웹 기반 교육용 적응적 하이퍼미디어 시스템 설계

백 영 태[†]

요 약

이 논문에서는 XML을 이용하여 웹 기반 적응적 하이퍼미디어 시스템을 설계한다. 설계한 적응적 하이퍼미디어 시스템은 학습자 각각의 동적 이해 과정을 통해 하이퍼미디어 컨텐츠를 프리젠테이션 할 수 있는 기능을 포함하고 있다. 학습자 프로필은 학습자 모델 안에 포함되어 있고, 하이퍼미디어 컨텐츠인 영역 지식은 개념 기반의 영역 모델 형태로 설계되었다. 따라서 이 논문에서는 XML을 이용해서 영역 모델과 학습자 모델을 구조화하기 위한 두 가지의 다른 마크업 언어를 정의한다. 이러한 마크업 언어는 웹 기반 교육용 적응적 하이퍼미디어 분야에서 자료를 구조화하기 위한 간단한 방법론을 가지고 쉽게 확장될 수 있고 저작될 수 있다.

Design of a Web Based Adaptive Hypermedia System for Education

Yeong-tae Baek[†]

ABSTRACT

In this paper, I discuss the problems of developing web based adaptive hypermedia for education using eXtensible Markup Language(XML). Adaptive hypermedia systems are capable of altering the presentation of the contents of the hypermedia on the basis of a dynamic understanding of the individual student. The student profile is contained in a student model, while the knowledge about the domain can be represented in the form of a concept based domain model. Accordingly, I define two different markup languages using XML. The one structures the domain model and the another describes the student model. These language can be easily extended and authored, with the result of obtaining a simple methodology for data structuring in the field of web based educational adaptive hypermedia.

Key words: 적응적 하이퍼미디어, 웹 기반 교육, XML

1. 서 론

WWW의 상호 작용 기술의 빠른 발전으로 인해 인터넷 기반의 원격 교육 도구들이 빠르게 성장하고 있다. 대부분의 이러한 제품들은 정적 하이퍼미디어 페이지의 연결 망 이상의 것을 제공하지는 못하고 있다[3]. 전통적인 웹 기반 교육용 하이퍼미디어에서 의미하는 영역 지식은 단순히 대중적인 학습자를 대상으로 하여 최적화된 학습 순서만을 제공한다. 이는 학습 컨텐츠가 상호 작용적 요소와 학습자의 수준이나 특징적 요소들을 무시하고 일방적인 교육과 학습이 이루어진다는 것을 의미한다. 더욱이 정적 하이퍼미디어는 학습자가 언제 탐색 도구를 사용해야 하는지, 언제 학습 과정을 진행해야 하는지, 언제 설명을 요구해야 하는지 등에 관해 알아서 잘 결정할 수 있다고 가정한 것이다[2-5]. 이것은 인터넷을 통해 하이퍼미디어를 접근하는 학습자에게 큰 문제일 수 있고 전문가의 도움을 받을 수 없다는 문제를 갖고 있다.

적응적(adaptivity)이란 학습자의 필요에 적합하게 컨텐츠를 동적으로 변화하는 하이퍼텍스트나 하이퍼미디어의 특징이다. 적응적 하이퍼미디어 시스

이 논문은 2001학년도 김포대학의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

† 정회원, 김포대학 컴퓨터계열 조교수

템은 학습자의 프로필에 따라 영역 지식의 프리젠테이션을 동적으로 제시한다. 이러한 메카니즘은 각 학습자에게 적합한 컨텐츠와 탐색 도구의 관점에서 보면 하이퍼미디어를 개인화하는 것이다[5,7,11].

웹 기반의 적응적 교육시스템은 아주 새로운 시스템은 아니다. 역사적으로 볼 때 지능형 교육 시스템(ITS: Intelligent Tutoring System)[10,13,14]과 적응적 하이퍼미디어 시스템[5,11]이라는 두 분야의 독특한 기술을 통합한 최근의 연구 개발 분야이다. 이 시스템은 컴퓨터 보조 학습 분야에서의 대립되는 두 가지 접근방법을 통합하고 있다. 지시적인 교수자 중심의 인공지능을 기반으로 활용하는 시스템과 학습자 중심의 탐색기법을 기반으로 활용하는 하이퍼미디어시스템의 통합이 그것이다. 이러한 적응적 교육 시스템 연구에 대한 역사적 기술적 고찰은 참고문헌[5]에 잘 정리되어 있다.

그러나 기존의 연구들이 웹을 HTML을 중심으로 하여 노드와 링크의 제시를 동적으로 하고 있으므로, HTML이 갖는 여러 가지 한계를 극복하기 위해 매우 복잡한 모듈들을 구현해야 했으며 유연성을 갖지 못했다. 이러한 HTML의 한계를 극복하기 위해 XML[12]이 발표되었으며, XML은 메타 언어로서 원하는 마크업 언어를 쉽게 개발할 수 있다. 또한 컨텐츠와 프리젠테이션 정보를 분리하여 확장성과 유연성이 매우 뛰어나다[9].

이 논문에서는 영역 지식과 현재 학습자 모델의 구조적 서술을 이용하여 동적으로 컨텐츠 페이지를 생성하기 위한 웹 기반 교육용 적응적 하이퍼미디어의 공통적인 구조를 설계하고 XML(eXtensible Markup Language)을 이용하여 학습자 모델과 영역 지식 모델을 구조화한 마크업 언어를 개발하며, XSL(eXtensible Stylesheet Language)[6]을 이용해 동적 프리젠테이션을 할 수 있도록 한다.

이 논문의 2장에서는 적응적 하이퍼미디어 관련 기술을 분석하고, 3장에서는 시스템의 일반적인 구조와 어떻게 영역 지식이 시스템에 의해 사용될 수 있도록 구성되는지 그리고 시스템에 의해 관리되는 학습자 모델에 관해 서술한다. 4장에서는 실험 및 평가를 하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

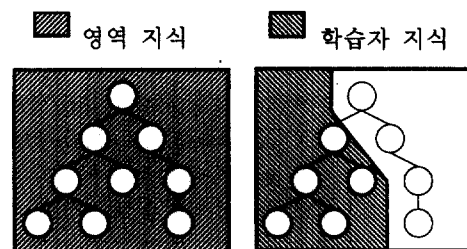
2. 적응적 하이퍼미디어 고찰

이 장에서는 기존의 하이퍼미디어 시스템의 특징을 분석하고 적응적 하이퍼미디어 시스템의 구축 방법과 기술에 대해 설명한다.

2.1 학습자 모델링 기법

하이퍼공간에서 제시되는 주제에 대한 학습자의 지식은 현재의 적응적 하이퍼미디어 시스템의 가장 중요한 특징이다. 적응 기술의 많은 부분이 학습자의 지식을 이용하며, 거의 모든 동적 적응 프리젠테이션 기술은 학습자의 지식을 동적 적응의 자료로서 이용한다. 이는 학습자의 지식에 의존하는 적응적 하이퍼미디어 시스템은 학습자마다 학습자의 지식 상태 변화를 인지하고 이에 따라 학습자 모델을 갱신해야 하기 때문이다.

이러한 학습자 지식을 표현하는 방법으로는 크게 오버레이 모델(overlay model)과 스테레오타입(stereotype model) 학습자 모델로 나누어 볼 수 있다[10,13]. 그림 1은 오버레이 모델을 그림으로 나타낸 것이다.

오버레이 모델은 주제에 대한 개별 학습자의 지식을 영역 모델의 오버레이로 표현한 것으로서 서로 관련이 있는 개념은 주제 영역의 구조로 표현하는 일종의 의미 네트워크를 형성한다. 이 개념들은 시스템에 따라, 주제, 지식요소, 객체, 학습결과 등 서로 다른 이름으로 사용되며, 주어진 영역에서 지식의 기본요소가 된다. 또한 학습자의 지식 정도를 단순히 안다, 모른다의 이진 정보 외에도 잘함, 보통, 못함의 정량적인 측정 결과일 수도 있으며 학습자가 개념을 알고 있는 확률 일 수도 있다. 오버레이 모델은 강력하면서 유연한데, 서로 다른 주제에 대한 학습자의 지식을 독립적으로 측정할 수 있다. 오버레이 모델의 근간은 지능형 학습 시스템의 학습자 모델링이다. 많은 ITS의 학습자 모델이 학습자의 지식 모델로 오버레이 모델을 사용한다. 오버레이 모델에서는 이러한

(a) 전문가 지식망

(b) 학습자 지식망

그림 1. 오버레이 모델의 예

학습자 지식을 표현하기 위하여 개념간의 링크가 없는 단순한 형태의 영역 모델을 사용하기도 한다. 하지만 대부분의 적응적 하이퍼미디어 시스템도 지식요소와 객체의 종류에 따라 몇 가지 개념 형태나 진보된 영역 모델을 사용하고 있다. 따라서 적응적 인터페이스의 영역에서 전체 학습자 모델의 일부인 학습자 지식의 오버레이 모델을 학습자 모델로 정의할 수 있다.

때로는 스테레오타입인 단순한 학습자 모델이 학습자의 지식을 표현하는데 사용된다[1]. 스테레오타입 학습자 모델은 몇 가지 대표형 또는 스테레오타입 학습자로 구분한다. 학습자 모델링에서 각각의 요소에 대하여 시스템은 가능한 스테레오타입 집합을 가지게 된다. 스테레오타입 모델은 단순하며 오버레이 모델보다 강력하지 않지만 보다 일반적이며 초기화 및 유지관리가 쉽다. 그러나, 지식의 스테레오타입 모델에 대한 문제점으로는 효과적인 적응적 기술은 보다 더 세분화된 오버레이 모델을 필요로 한다는 것이다. 이 문제를 해결하는 한 가지 방법은 스테레오타입 모델에서 오버레이 모델로의 매핑을 제공하는 것이다. 즉, 오버레이 학습자 모델은 초기화에 대한 문제점을 가지고 있으므로 새로운 학습자와의 짧은 대화에 의해 모든 값을 정하기가 매우 어렵다. 스테레오타입 모델링은 초기 새로운 학습자의 분류 및 오버레이 모델의 초기화에 사용되고 그런 다음 일반적인 오버레이 모델을 사용한다. 따라서, 스테레오타입 모델과 오버레이 모델을 결합함으로써 좋은 결과를 얻을 수 있다.

2.2 적응적 하이퍼미디어 시스템의 특징

적응적 하이퍼미디어 시스템은 서로 다른 학습자에게 내용 프리젠테이션과 탐색 지원을 이용하여 동적으로 적응할 수 있다. 기존 적응적 하이퍼미디어 시스템은 교육용 하이퍼미디어 시스템, 온라인 정보 시스템, 온라인 도움 시스템, 정보 검색 하이퍼미디어 시스템, 공공 정보 시스템, 그리고 개인적인 관심을 관리하는 시스템 등으로 구분할 수 있다[4,7].

적응적 하이퍼미디어 연구에서 가장 관심 있는 분야는 교육용 하이퍼미디어 시스템이다. 현존하는 교육용 하이퍼미디어 시스템은 특별한 주제 영역 내에서 학습자료의 일부분을 표현하거나 특별한 코스를 표현하므로 상대적으로 작은 하이퍼공간을 가지고 있다. 학습자의 목표는 일반적으로 모든 자료를 배우는 것이며 교육용 하이퍼미디어에서 가장 중요한 특징은 배우려는 주제에 대한 사용자의 지식이다. 따라서, 교육용 하이퍼미디어에서 동적 적응 하이퍼미디어 기술을 사용하면 많은 연관된 문제를 해결하는데 유용할 것이다. 첫 번째로, 서로 다른 사용자의 지식은 매우 다양하게 표현된다. 이는 특별한 사용자의 지식은 매우 빠르게 변할 것이며 똑같은 페이지의 내용이라도 초심자에게는 명확하지 않을 것이나 동시에 고급 사용자에게는 진부하고 지루할 것이다. 두 번째로, 초심자는 주제 영역에 대해 거의 아무것도 모르고 교육 자료의 하이퍼공간에 들어간다. 초심자들에게는 이러한 하이퍼공간을 탐색하기 위한 방법을 찾을 수 있는 도움이 필요하며, 도움이 없다면 초심자들은 상당히 작은 하이퍼공간일지라도 길을 잃을 수 있거나 매우 비효율적인 탐색 전략을 사용할 것이다[2,5]

적응적 시스템의 특징에 대해서 논할 때 어려운 문제는 "적응적 시스템과 학습자의 어떤 특징과의 관계를 고려할 것인가"이다. 학습자마다 또는 동일 학습자라도 시간에 따라 달라질 수 있는 어떤 특징을 시스템에 적용해야 하기 때문이다. 일반적으로 현재 상태에서의 학습자 작업과 관련된 많은 특징이 있으며, 적응적 시스템에 의해 고려되는 개인 학습자와 관련된 특징이 있다. 이 연구는 현존하는 적응적 하이퍼미디어 시스템에서 사용되는 특징을 학습자의 지식(knowledge), 학습자의 목적(goals), 배경지식(background), 하이퍼공간 경험(experience), 선호도(preference) 등의 5가지로 구분한다[4,5,11].

학습자의 지식은 앞에서 설명된 학습자 모델링 기법을 기반으로 하여 모델링된다.

2.3 적응적 하이퍼미디어 구축 방법과 기술

일반화의 어떤 단계에서 하이퍼미디어는 링크에 의해 연결된 노드나 하이퍼문서인 페이지의 집합으로 구성된다. 각 페이지는 어떤 지역적 정보와 관련 있는 페이지에 대한 몇 개의 링크를 가진다. 하이퍼미디어 시스템은 모든 접근 가능한 페이지에 대한 링크를 제공하는 전체 사이트 맵과 색인을 포함할 수 있다.

적응적 하이퍼미디어에서 동적 적응될 수 있는 것은 내용 단계 동적 적응으로 일반 페이지의 내용과

링크 단계 동적 적응으로 일반 페이지로부터의 링크, 색인 페이지, 그리고 사이트 맵 등이 있다[5,11]. 그림 2와 같이 내용 단계와 링크 단계를 하이퍼미디어 동적 적응의 서로 다른 부류로 구분하고 적응적 프리젠테이션과 적응적 탐색 지원이라고 부른다.

적응적 프리젠테이션 기술의 아이디어는 현재 학습자의 지식, 목적, 학습자의 다른 특징들을 가지고 학습자가 접근하려는 페이지의 내용을 동적 적응시키는 것이다. 예를 들어, 초보자에게는 추가적인 설명을 제공하는 반면에 허가받은 학습자에게는 보다 자세하고 충분한 정보를 제공한다.

프리젠테이션 동적 적응 방법으로는 추가설명, 선행설명, 비교설명, 설명 방법의 변화, 재분류 등이 있다[4,5]. 이 중에서 가장 호응이 좋은 방법은 추가적인 설명이 나오는 방법이다. 이 방법의 목적은 이러한 것을 원하거나 필요로 하는 학습자들에게 추가적인 정보, 설명, 실례 등을 제공하는 것이다. 학습자들은 간결하고 기본적인 정보만을 보다 선호하기 때문에 시스템은 어려운 수준의 설명이 있거나 그런 것을 원하지 않는 학습자에게는 설명을 숨긴다.

프리젠테이션 동적 적응에 사용되는 기술로는 조건텍스트, 텍스트펼치기, 프레그먼트 다양화, 페이지 다양화, 프레임기반 기술 등이 있다.

적응 탐색 지원 기법의 아이디어는 학습자의 목적과 지식, 그리고 개별적인 학습자의 다른 특징들을 가지고 프리젠테이션 되는 링크의 방법을 동적 적응함으로써 하이퍼공간 내의 경로를 학습자가 찾을 수 있도록 도와주는 것이다[4,5]. 학습자들은 그들이 원하는 정보에 관한 목적을 갖고 있으며, 검색은 더 좋아하게 되거나 단지 필요한 정보를 찾는 하이퍼미디어 응용에서 안내가 지원될 수 있다.

적응적 탐색 지원 기법에서 사용하는 기술로는 방향안내, 링크분류, 링크숨기기, 링크주석, 사이트맵 등이 있다.

3. 교육용 적응적 하이퍼미디어 시스템 설계

3.1 설계 개요

설계할 시스템은 두 가지 주요 목적을 갖고 있다.

· 개별화된 하이퍼미디어를 생성하는데 학습자의 지식 레벨에 맞는 컨텐츠와 구조를 갖는다. 이는 영역 모델과 학습자 모델에 포함된 정보를 이용한다.

· 일반적인 하이퍼미디어 구조를 이용하는데 영역 지식과 현재 학습자 모델의 구조화된 서술을 이용해 동적으로 페이지를 생성할 수 있다.

적응적 하이퍼미디어 시스템 구조는 그림 3과 같이 세 개의 주요 컴포넌트로 구성된다. 학습자의 지식을 표현하는 학습자모델, 주제와 관계성으로 구조화된 영역 지식 정보를 포함한 영역 모델, 영역과 학습자 모듈의 정보를 이용하여 동적으로 컨텐츠 페이지를 생성하는 동적 관리 모듈 등이다.

XML은 메타 언어로서 이 연구의 목적을 위한 마크업 언어를 만들어 사용할 수 있다. XML은 보다 일반화된 특성을 갖은 SGML의 부분 집합이며 목적에 맞는 마크업 언어를 개발하기 위한 표준이다. 예를 들어, 지식의 한 요소를 나타내기 위한 <TOPIC> 태그를 정의하여 사용할 수 있다.

적응적 하이퍼미디어 시스템의 구현을 위해 두 개의 언어를 구현하였다.

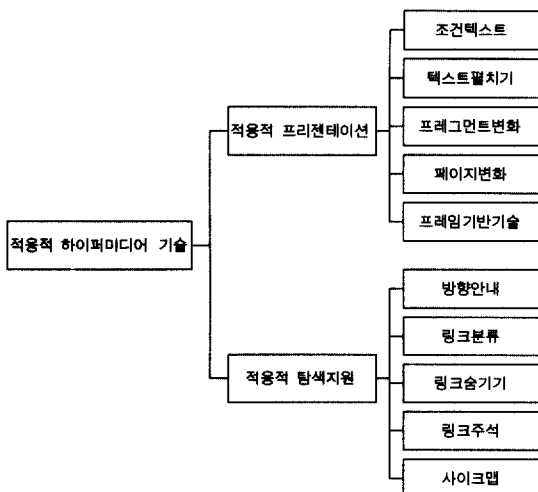



그림 2. 적응적 하이퍼미디어에서의 기술

그림 3. 적응적 하이퍼미디어 시스템의 구조

· 영역 구조 마크업 언어(DSML:Domain Structure Markup Language)는 영역 지식의 일반적인 구조를 기술하기 위한 언어이다.

· 학습자 모델 마크업 언어(SMML:Student Model Markup Language)는 학습자 모델 상태를 기술하기 위해 시스템에서 사용하는 언어이다.

특히 두 개의 서로 다른 DTD(Document Type Definition)를 정의했는데, 이는 위의 두 마크업 언어의 고정된 구조를 정의하기 위한 것이다. 다음 두 소절에서 예제를 통해 새로운 태그를 설명할 것이고 끝으로 동적 관리 모듈을 설명한다.

3.2 영역 모델

동적으로 처리될 영역 지식은 주제로 구조화되어 있고, 각 주제는 페이지에 연결되어 있다. 각 주제는 다음과 같은 특성을 갖고 있다.

· 제목
· 키워드의 집합, 개념(concept)이라 부른다.
· 조건적 관련성(relationship)의 집합
· 설명의 집합
· 예제와 연습 문제 등의 집합

따라서 한 페이지에서 다른 페이지로의 링크는 두 주제 사이에 관련성을 나타낸다. 그림 4는 영역 모델에서 정의한 태그들의 관계를 나타내는 다이어그램이다.

이 논문에서는 주제 사이에 관련성을 다음과 같이 여섯 가지로 정의하였다.

· 상하 관련성 : 주제와 모든 서브주제 사이에 양방향 관련성이다. 예를 들어, 주제 "배열"은 주제 "자료구조"의 하위이다. 또한 주제 "자료구조"는 주제 "배열"의 상위가 된다.

· 다음 관련성 : 학습하는데 한 주제와 그 다음

그림 4. 영역 모델의 관련성 다이어그램

주제 사이에 관련성이다.

· 반대 관련성 : 한 주제와 반대되는 주제 사이에 양방향 관련성이다. 예를 들어, 주제 "하향식 프로그래밍"은 주제 "상향식 프로그래밍"의 반대이다.

· 예제 관련성 : 주제와 그 주제를 설명하는 예제 사이에 관련성이다.

· 보충 관련성 : 한 주제와 그 주제를 보다 자세히 설명하는 주제 사이에 관련성이다.

· 예외 관련성 : 한 주제와 그 주제의 예외나 특별한 경우 사이에 관련성이다.

첫 번째 관련성인 상하 관련성은 영역 지식의 계층적 구조를 정의한다. 지식은 트리로 표현되는데 각 노드는 주제를 나타내고 루트 주제는 정의된다. 다음 관련성은 저작자에 의해 제시된 주제의 순서를 나타낸다. 다른 모든 관련성은 원래의 트리 스키마를 변형하는 주제 사이에 비정규적인 연결을 생성한다. 이는 그래프 구조가 될 수 있다. 학습자는 서로 다른 유형의 관련성을 따라가고 개인화된 학습 과정을 정의하는 그래프를 탐색할 수 있다.

각 관련성은 조건의 클러스터에 연결되는데, 이는 학습자가 링크를 따라가기 위한 일종의 요구 사항을 정의한 것이다. 만약 학습자 모델이 모든 조건을 만족한다면, 링크는 디스플레이 될 것이다. 모든 링크는 조건화될 수 있으며, 학습자 모델 상태에 따라 서로 다른 순서를 통해 학습될 수 있다.

이 방식에서 각 노드는 다음을 연결하는 링크의 집합에 갖게 되고, 각 노드는 서로 다른 조건의 집합을 가질 수 있다. 조건 스키마는 다음과 같이 구성된다.

각 조건은 and 나 or 연산자를 갖는 여러 개의 단위 조건들을 가질 수 있다. 이 논문에서는 학습자를 세 가지 스테레오타입으로 분류하고 각 스테레오타입에 필요한 사항이나 최소한의 지식 수준을 연결한다. 따라서 조건은 "만약 레벨 X의 학습자가 개요 A에서 지식 레벨 Y를 얻는다면, 조건은 참이다."라고 읽을 수 있다. and와 or 연산자를 갖는 조건으로 보다 복잡한 교육적 요구 사항들을 정의할 수 있다.

그림 5는 영역 지식 구조의 예로서 노드와 관련성들이 나타나있다.

표 1은 DSML의 DTD로서 DSML이 다음 태그들의 정의를 포함하는 것을 기술한 것이다.

표 1. DSML의 DTD

태 그	의 미
<ADAT> </ADAT>	적응적 하이퍼미디어의 루트이다. <ADAT> 태그는 다른 <TOPIC> 태그들을 포함할 수 있다. <ADAT> 속성을 이용해 저작자는 또한 TITLE, AUTHOR 이름 등 하이퍼미디어의 속성들을 정의할 수 있다.
<TOPIC> </TOPIC>	주제를 나타내는데, 속성 TITLE과 ID를 이용해 식별된다. 각 <TOPIC>은 서로 다른 관련성 태그(<PARENT>와 <SUBTOPIC>), 다른 조건적 요소(<CONDITION> 태그), 다른 <CONCEPT> 태그들을 포함할 수 있다.
<CONDITION> </CONDITION>	어떤 링크를 따라가거나 어떤 설명을 주는데 필요한 요구 사항들을 정의한다. 중첩된 <CONDITION> 태그를 서로 다른 조건들 사이에 and를 이용해 사용할 수 있다. <CONDITION>태그에 연결된 속성 OR는 한 조건과 다음 조건 사이에 or를 이용해 가능하다. 중첩된 조건의 각 집합은 <EXPLANATION> 이나 관련성 태그를 포함한다
<EXPLANATION> </EXPLANATION>	주제의 실제 설명을 포함한다. <EXPLANATION> 태그는 HTML 태그들을 포함할 수 있다. 이러한 선택은 학습자에게 설명을 하는데 서로 다른 미디어를 사용하는 것을 가능하게 한다.
<CONCEPT> </CONCEPT>	<CONCEPT>을 포함하는 <TOPIC> 태그에 연결된 키워드를 정의한다.
<EXAMPLE> </EXAMPLE>	<TOPIC>의 예제로 사용될 수 있는 특별한 <TOPIC>을 정의한다. <EX-LINK> 관련성이 <TOPIC>과 <EXAMPLE>을 링크한다.
<EXERCISE> </EXERCISE>	연습 문제를 정의한다. <EXERCISE> 태그는 <TEXT>, <SOLUTION>, <HELP> 태그를 포함한다.

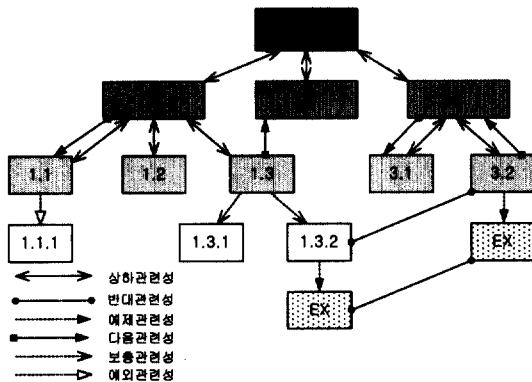



그림 5. 영역 지식 구조의 예

다음 부분 코드는 DSML 태그의 예이다.

```
<TOPIC>
   주제 타이틀
   <CONCEPT> 키워드 </CONCEPT>
   <CONDITION STUDENT_LEVEL = "3">
        <EXPLANATION>
              ...
              HTML 로 설명을 기술
              ...
        </EXPLANATION>
   </CONDITION>
   ...
</TOPIC>
```

이 예제에서는 세 가지의 다른 태그들이 사용되었다.

· <CONCEPT>은 주제에 관련된 키워드들을 포함한다.

· <CONDITION>은 교육적 요구 사항들을 기술하였다. 여기서는 학습자의 지식 수준 즉 전문가 레벨(STUDENT_LEVEL=3)을 요구하는 간단한 조건을 기술한 예이다. STUDENT_LEVEL 변수의 값은 다음 절에서 기술될 학습자 모델에서 관리된다.

· <EXPLANATION>은 주제의 실제 설명을 포함한다. 이 태그 사이에 설명은 HTML로 작성된다.

다른 태그들을 주제 사이에 관련성을 기술하기 위해 정의하였다.

· <SUPERTOPIC>와 <SUBTOPIC>은 상하 관련성을 나타내기 위해 사용된다. 상하 관련성을 나타내기 위해 두 개의 태그를 사용하였는데, 각각의 방향을 나타내는 것이다.

· <NEXT>는 다음을 나타내는 관련성으로, 저작자에 의해 제시된 순서를 나타낸다. 사전에 주제는 계산되어진다.

· <COMPLEMENT>은 보충 관련성을 정의한다.

· <EX-LINK>은 <TOPIC>과 <EXAMPLE> 사이에 관련성이다.

· <CONTRARY>는 상반되는 관련성을 정의한다.

· <EXCEPTION>은 예외 관련성을 나타낸다.

3.3 학습자 모델

일반적으로 학습자 모델은 학습자의 지식, 배경, 목표, 취향에 관한 정보를 유지하기 위한 구조이다. 학습자 모델을 구현하기 위한 여러 가지 접근 방법이 있으나 이 연구에서는 오버레이 모델과 스테레오타입 모델의 두 가지를 혼합한 접근 방식을 취한다. 또한 이 연구에서의 학습자 모델은 시스템에 의해 유지 관리되는 구조로서 학습자 개별의 학습 스타일과 개별화된 교육을 하기 위한 목적을 갖고 있다.

오버레이 모델은 각 주제의 학습자 지식 레벨에 측정치 값을 각 주제에 연결하여 구현하였다. 이 평가는 해당 주제를 읽는데 소요된 시간과 방문 횟수 등을 측정하였다. 학습자가 새로운 컨텐츠 페이지를 요구하게 되면, 그때마다 관련 값은 수정된다.

또한 이 논문에서는 학습자를 고급자, 중급자, 초보자 등의 세 가지의 스테레오타입으로 분류하였다. 이 평가에는 영역 모델의 전반적인 내용에 대한 학습자 능력의 일반적인 평가이다. 세 가지의 스테레오타입에 기반 한 스키마를 사용한 것은 다른 연구 논문들을 참조한 것이다. 이 논문의 시스템에서는 스테레오타입 스키마로서 정수 값의 집합으로 인식한다.

학습자 모델은 두 개의 DTD로 정의하였다. 첫 번째 것은 학습자 리스트의 정의와 관련 암호들을 정의한 것이다. 학습자 리스트에서 사용된 태그의 예는 다음과 같다.

```
<STUDENTS>
  <USER Name = "firstuser">
    <FIRST_NAME>first</FIRST_NAME>
    <LAST_NAME>user</LAST_NAME>
    <PASSWORD>mypasswd2</PASSWORD>
  </USER>
  <USER Name = "seconduser">
    <FIRST_NAME>second</FIRST_NAME>
    <LAST_NAME>user</LAST_NAME>
    <PASSWORD>passwd2</PASSWORD>
  </USER>
</STUDENTS>
```

다음으로 개별의 학습자 모델 파일을 기술하기 위한 SMML을 위한 구조를 정의하였다. 표 2는 SMML의 DTD로서 SMML이 다음 태그들의 정의를 포함하는 것을 기술한 것이다.

표 2. SMML의 DTD

태 그	의 미
<MODEL> </MODEL>	모든 방문한 주제들을 정의하는데 <VISIT> 태그와 <LEVEL> 태그를 이용해 기술한다.
<VISIT>	방문한 주제를 나타내는데 사용된다. 요지는 TOPIC 속성을 이용해 기술된다.
<LEVEL> </LEVEL>과 <LEVELT> </LEVELT>	각각 DEGREE 속성을 이용해 일반적인 학습자 지식 레벨과 해당 주제의 특정 지식 레벨을 정의한다
<LAST> </LAST>	마지막 방문한 주제를 정의한다.
<NUMVISIT> </NUMVISIT>	학습자가 해당 페이지를 방문한 횟수를 정의한다.

다음은 학습자 모델의 예이다.

```
<MODEL>
  <LAST topic = "1">
  <LEVEL degree = "0">
  <VISIT topic = "1">
    <LEVELT>0</LEVELT>
    <NUMVISIT>1</NUMVISIT>
  </VISIT>
</MODEL>
```

위 예의 <MODEL> 구조에서 단지 하나의 VISIT 태그가 있다는 것은 학습자가 막 하이퍼미디어를 실행했다는 것을 나타내며, 단지 첫 번째 페이지만을 방문했다는 것을 topic="1"을 통해서 알 수 있다. 또한 학습자는 초급 수준의 학습자임을 LEVEL degree ="0"을 통해서 나타내고 있다. 중첩된 태그 <LEVELT>와 <NUMVISIT>은 각각 해당 주제의 지식 레벨과 이 주제 페이지를 첫 번째 방문했다는 것을 나타내고 있다.

학습자 모델은 시스템에 의해 자동으로 생성되고 관리되며, SMML은 관련 정보를 저장하는데 시스템에 의해서만 사용된다.

3.4 적응적 모델

적응적 모델(Adaptation Model)은 영역 모델과 학습자 모델을 기반으로 하여 적응적 하이퍼미디어의 페이지들을 생성한다.

적응적 모델의 일반적 구조는 그림 6과 같이 네

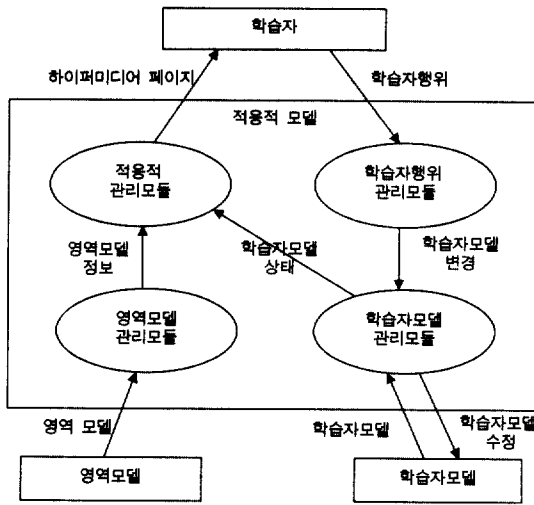



그림 6. 적응적 모델

개의 주요 컴포넌트로 구성한다.

· 학습자행위 관리모듈는 학습자의 행동을 해석해서 다른 모듈에 정보를 보낸다. 즉 학습자 모델 상태 변화를 학습자모델 관리모듈에 보내고, 학습자의 페이지 요구를 적응적 관리모듈에 보낸다.

· 영역모델 관리모듈은 학습자의 요구와 상호작용에 기반해서 영역 모델로부터 주제를 검색한다.

· 학습자모델 관리모듈은 학습자 모델을 수정하고 다른 모듈에게 관련 정보를 보낸다.

· 적응적 관리모듈은 학습자에게 동적으로 영역 지식의 하이퍼미디어 페이지를 생성하여 동적 프리젠테이션을 한다. 특히 매번 조건을 찾아서, 적응적 관리모듈은 조건의 검사하기 위해 학습자 모델 상태를 학습자모델 관리모듈에게 질의하고, 영역모델 관리모듈에 의해 제공된 학습자가 원하는 주제와 학습자의 지식 레벨에 기초하여 새로운 페이지를 생성한다.

적응적 관리모듈에서 학습자에게 적응적으로 디스플레이 하기 위해 영역 모델과 학습자 모델에서의 XML을 XSL을 이용하여 HTML을 생성한다. XSL은 XML을 다른 어떠한 형태 즉, XML, WML, PDF, Text 등 다양한 형태로 변환 할 수 있다. 이 연구에서는 클라이언트의 웹 브라우저에 추가적인 어떤 작업도 없이 이용할 수 있도록 HTML로 변환한다. XSL은 크게 2가지의 부분으로 구성된다. 하나는 XML문서의 변환(transformation)을 위한 언어, 다른 하나는 포맷팅 구문(formatting semantics)을 기술하기 위한 어휘(vocabulary)로 이루어져있다. 변환을 위한 언어인 XSLT(XSL Transformations)는 XPath (XML Path Language)와 함께 사용하여 XSL의 기본 골격을 구성한다. 이러한 기본 골격 위에 포맷팅을 위한 어휘를 사용하여 XML문서를 표현하기도 하지만, 다른 형태의 문서를 생성하기도 한다. XSL은 규칙들을 표현하기 위해 템플리트 <xsl:template>, <xsl:apply-templates>와 패턴이 이용되며, 조건을 나타내기 위해 <xsl:if>, <xsl:choose>, <xsl:when>, <xsl:otherwise> 등을 이용한다. 이러한 XSL은 현재는 처음 저작시에 모든 규칙을 분석하여 하드 코드해야 하지만, JESS(The Java Expert System Shell)[8]를 이용해 지식 베이스에 의해 동적으로 생성해 낼 수 있도록 하는 연구가 진행되고 있다. 다음은 XSL의 일부 예이다.

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<xsl:STYLEsheet                          version="1.0"
xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
  <xsl:output      method="xml"      version="1.0"
encoding="euc-kr"/>
  <xsl:template match="/">
    <xsl:element name="HTML">
    <xsl:element name="STYLE">
      <xsl:text>
          ....
     </xsl:text>
    </xsl:element>
    <xsl:element name="BODY">
      <xsl:apply-templates select="ADAT"/>
      </xsl:element>
    </xsl:element>
  </xsl:template>
  <xsl:template name="TOPIC">
   <xsl:element name="DIV">
    <xsl:attribute name="CONCEPT">
      <xsl:text>LIST</xsl:text>
          <xsl:if ...
          </xsl:if>
      ...
    </xsl:attribute>
   </xsl:element>
  </xsl:template>
```

4. 실험 및 고찰

이 논문에서의 적응적 하이퍼미디어 시스템은 HTTP 기반의 클라이언트-서버 스키마를 사용하여 구현되었다. 실험에 사용된 구현 환경으로 OS는

Windows 2000 Server, H/W은 Pentinum Ⅳ 1.2GHz, Web Server/DBMS은 IIS 5.0/MS-SQL Server 2000이다.

서버 어플리케이션은 자바 서블릿과 JSP로 개발되었으며 이전 장에서 기술한 것과 같이 자동적으로 개인화된 웹 페이지를 생성한다. 클라이언트는 웹 페이지를 디스플레이 할 수 있는 일반적인 웹 브라우저이다. 적응적 하이퍼미디어 시스템에서 탐색을 하기 전에, 학습자는 학습자 이름과 암호를 입력하여야 한다. 서버는 학습자를 인식하며, 새로운 학습자일 경우 새로운 학습자 모델을 생성한다. 다음으로 학습자가 새로운 페이지를 요구할 때마다, 브라우저는 서버측 어플리케이션에게 전달을 하고, 서버는 학습자 모델에 기반 해 동적으로 컨텐츠 페이지를 생성한다. 브라우저에서 생성되는 모든 이벤트를 서버 어플리케이션으로 전달하는 것은 자바애플릿이 담당하며 학습자 모델 상태를 변경한다.

실험을 위해 자바 프로그래밍 언어 교육용 하이퍼미디어 시스템의 개발을 위한 교과목 분석 작업이 선행되어 실시되었으며, 다음과 같은 개념 항목들을 추출하고 영역 컨텐츠를 개발했다. 아래의 개념들은 복합 개념으로 하위에 다른 개념들을 포함하고 있으며, 복잡한 개념은 몇 단계의 개념들을 포함하게 된다. 그림 7은 객체와 클래스의 개념에 대한 페이지 화면이다.

이 실험에서 사용된 교육용 하이퍼미디어 시스템은 4개의 화면으로 구성되어 있으며, 오른쪽 상단에 있는 가장 큰 윈도우는 텍스트, 하이퍼텍스트, 그래픽 등 컨텐츠를 나타내는 텍스트북 윈도(textbook window) 화면이다. 왼쪽 상단에 있는 화면은 전체 사이트 맵을 나타내는 화면이다. 학습자가 학습해야 할 전체 학습 목록이 계층구조로 나타나 있어 전체 학습 목록 중에서 현재 학습하는 위치가 어디에 있는지 한 눈에 쉽게 알 수 있다. 왼쪽 하단에 있는 화면은 컨텐츠를 나타내는 텍스트북 윈도에서 표시된 개념을 학습하는데 미리 학습해야 하는 선수관계(pre-requisite) 개념을 표시하는 배경지식(Background) 화면이다. 오른쪽 하단에 있는 화면은 컨텐츠를 나타내는 텍스트북 윈도에서 표시된 개념을 학습하여 얻은 결과를 나타내는 학습결과(Outcome) 개념을 나타내는 화면이다. 그림 6에서 동적 링크 주석을 사용하였으며 학습자가 학습하기를 추천하는 링크는 녹색 링크로 표시하였고 빨간색 링크는 학습자가 학습할 준비가 아직 안 되었음을 의미한다. 하얀색 링크는 전혀 새로운 개념이 아님을 의미한다. 체크 표시는 이미 학습자가 방문한 노드를 의미한다.

그림 7. 객체와 클래스의 개념에 대한 페이지 화면

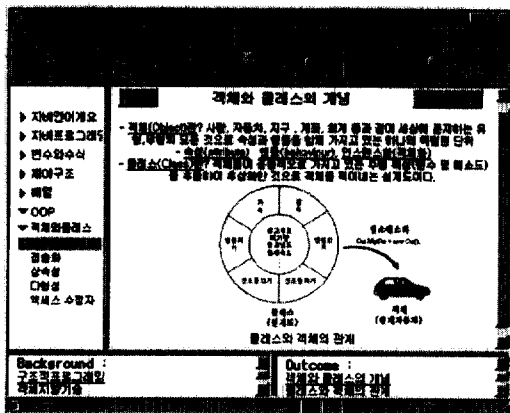
실험은 대학의 컴퓨터공학전공 1학년 학생 40명을 대상으로 표 3과 같이 전체적으로 각각 20명씩 두 개의 그룹으로 분리하였다. 컨텐츠는 자바 프로그래밍 언어에서 1개의 장을 선정하였으며, 동적 적응 기능이 있는 것과 없는 것을 개발하였으며, DSML 태그를 이용해 직접 XML 에디터를 이용하여 개발하였다.

40명의 학생을 동적 적응 기능이 없는 시스템(NO_ANS)을 이용하여 객체와클래스를 실행한 그룹 1과 동적 적응 기능이 있는 시스템(ANS)을 이용하여 객체와클래스를 실행한 그룹 2로 분리하여 학습목표를 얻을 때까지 탐색 한 횟수를 측정한 결과를 요약하면 표 4와 같다.

표 3. 동적 적응 기능을 그룹별 할당표

그룹 1	그룹 2
동적적응 기능이 없는 하이퍼미디어시스템 (링크수 10개)	동적적응 기능이 있는 하이퍼미디어시스템 (링크수 10개)

표 4. 그룹1과 그룹2에 대한 탐색 횟수 통계량

	N	최소값	최대값	합계	평균	표준오차	표준편차	분산
그룹1	20	13	23	378	18.90	.72	3.23	10.411
그룹2	20	10	23	323	16.15	.94	4.18	17.503

그룹1의 평균은 18.90이고 그룹 2의 평균은 16.15로 조금의 차이가 있다. 두 그룹의 탐색 횟수를 상자그림으로 표현하면 그림 8과 같다.

동적 적응 기능이 있는 시스템을 사용하였을 경우 사용하지 않았을 경우보다 개선되었는가에 대한 가설검정을 T-TEST 하면 다음과 같다. 가설을 다음과 같이 설정한다.

귀무가설(H_0) : 동적 적응 기능이 있는 시스템이 개선되지 않았다.

대립가설(H_1): 동적 적응 기능이 있는 시스템이 개선되었다.

두 그룹간의 차에 대한 독립검정시 등분산 가정은 기각되므로 등분산성은 가정하지 않고 두 그룹의 평균을 비교하면 유의확률(p-value)이 0.026로 두 그룹의 평균이 같아서 귀무가설이 기각되므로 두 그룹간에 유의수준 0.05에서 차이가 있다라고 할 수 있다. 따라서 적응적 시스템을 사용하는 경우가 적응적 시스템을 사용하지 않은 그룹보다 개선되었다고 할 수 있다.

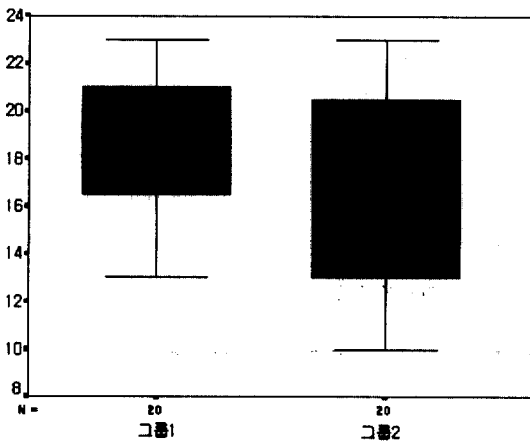



그림 8. 동적 적응 기능을 사용하지 않은 NO_ANS과 사용한 ANS에 대한 탐색 횟수

5. 결 론

이 논문에서는 학습자의 지식 상태에 따라 동적으로 영역 지식을 제시하는 웹 기반의 교육용 적응적 하이퍼미디어 시스템을 설계하였다. 시스템은 크게 학습자 모델, 영역 모델, 적응적 모델로 구성하였다. 또한 복잡한 지식 구조를 기술할 수 있는 XML을 이용한 두 개의 새로운 마크업 언어를 개발하였다. 이러한 마크업 언어는 학습자 모델과 영역 모델의 구조화를 위한 DTD를 포함하고 있다. 또한 XSL을 이용해 적응형 하이퍼미디어에서 동적 프리젠테이션을 할 수 있음을 보였다.

실험을 위해 이 시스템을 이용하여 자바 프로그래밍 언어를 교육하는 코스웨어를 개발하여 평가하였다. 실험 결과 동적적응 하이퍼미디어 시스템을 가지고 학습한 학생들이 그렇지 않은 학생들보다 원하는 노드에 접근하는데 비용을 줄일 수 있는 것을 알 수 있었다.

시스템이 적응적 교육용 하이퍼미디어를 구현하기 위해 설계되었지만 사용된 구조의 유연성으로 모든 종류의 적응적 하이퍼미디어에 사용될 수 있을 것이라 생각된다.

향후 연구는 저작 도구의 구현인데, 저작자가 DSML 태그를 직접 사용하지 않고 영역 지식 구조를 저작할 수 있는 도구로서, 적응적 하이퍼미디어 코스웨어를 개발하기 위한 그래픽 도구이다.

참 고 문 헌

[1] I. Beaumont, "User modeling in the interactive anatomy tutoring system ANATOM-TUTOR," User Models and User Adapted Interaction, 4 (1), 1994.

표 5. 독립표본 검정

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
		F	유의 확률	t	자유도	유의 확률 (양쪽)	평균차	차이의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간	
									하한	상한
자료	등분산이 가정됨	4.386	.043	-2.328	38	.025	2.75	1.18	-5.14	-0.36
	등분산이 가정되지 않음			-2.328	35.696	.026	2.75	2.75	-5.15	-0.35

[2] De Bra, P., L. Calvi. "AHA: a Generic Adaptive Hypermedia System." 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, pp.1-10, 1998.
[3] P. Brusilovsky, E.Schwarz, and G.Weber, Electronic textbooks on WWW: from static hypertext to interative and adaptivity, In Web Based Instruction, B.H. Khan(ed) Educational Technology Publications, 1997.
[4] P. Brusilovsky, "Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia." User Modeling and User-Adapted Interaction, 6, 1996.
[5] P. Brusilovsky, "Adaptive hypermedia." User Modeling and User Adapted Interaction, 11 (1/2), 2001.
[6] K. Cagle, etc., PROFESSIONAL XSL, Wrox Press Ltd., 2001.
[7] J. Eklund and P. Brusilovsky, "The value of adaptivity in hypermedia learning environments: A short review of empirical evidence." ACM International Hypertext Conference Hypertext'98, Pittsburgh, PA, June 20, 1998.
[8] E. J. Friedman-Hill, Jess, The Java Expert System Shell, http://herzberg.ca.sandia.gov/jess, 2001.
[9] C. C. Machado, G.L. Federizzi and P.B.Menezes, "Flexibility And Adequacy Of The Output's Layout of the Content Displayed In The Hyper-automation System" International Conference on Internet Computing, Vol.2, 2001.
[10] C. Martha, J. Plson, J. Richaedon, and E. Soloway, Foundations of Intelligent Tutoring Systems, Lawrence Erlbaum Associates, inc. Publishers, 1988.
[11] D.P. Silva, R. V. Durm, E. Duval, and H. Olivie, "Concepts & documents for adaptive educational hypermedia: A model & a prototype." Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext & hypermedia, HYPERTEXT'98 Pittsburgh, USA, June 1998.
[12] W3C Extensible Markup Language(XML) 1.0 (Second Edition) Recommendation, http://www.w3c.org/TR/2000/REC-xml-20001006.
[13] 백영태, 이세훈, 윤경섭, 왕창종, "ITS에서의 학습자 모듈 설계," 한국정보과학회학술논문집, Vol.19, No.2, 1992
[14] 백영태, 이세훈, 윤경섭, 왕창종, "학습자 인지정보 모델 기반의 교육 시스템 설계," 한국멀티미디어학회 춘계학술발표 논문집, 제4권, 제1호, 2001.

백 영 태

1989년 인하대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
1993년 인하대학원 전자계산공학과 졸업(공학석사)
2000년 인하대학원 전자계산공학과 박사수료
1998년 5월~1998년 2월 대상정보기술(주) 정보통신연구소 선임연구원
2001년 3월 한국멀티미디어기술사
1998년 3월~현재 김포대학 컴퓨터계열 조교수
관심분야 : 멀티미디어/하이퍼미디어 시스템, 지능형 시스템, 웹 기반 교육 시스템